

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO**



**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG**

**NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI CÁC KỸ THUẬT ĐIỀU
CHẾ SỐ TRÊN KIT NI-USRP2920**

**GVHD: ThS. NGUYỄN NGÔ LÂM
SVTH : BÙI THANH TÂM MSSV: 12125156
 TRẦN ĐÌNH CẦU MSSV: 12141430**



Tp. Hồ Chí Minh, tháng 07 năm 2016

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI CÁC KỸ THUẬT
ĐIỀU CHẾ SỐ TRÊN KIT NI-USRP2920**

SVTH : BÙI THANH TÂM MSSV: 12125156

TRẦN ĐÌNH CẦU MSSV: 12141430

Khoá : 2012

Ngành : CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG (ĐT VT)

GVHD: ThS. NGUYỄN NGÔ LÂM

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 7 năm 2016

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM
KHOA ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI CÁC KỸ THUẬT
ĐIỀU CHẾ SỐ TRÊN KIT NI-USRP2920**

SVTH : BÙI THANH TÂM MSSV: 12125156

TRẦN ĐÌNH CẦU MSSV: 12141430

Khoá : 12

Ngành : CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG (ĐTVT)

GVHD: ThS. NGUYỄN NGÔ LÂM

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 7 năm 2016



ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM
**KHOA ĐÀO TẠO
CHẤT LƯỢNG CAO**
www.fhq.hcmute.edu.vn

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

---***---

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 26 tháng 06 năm 2015

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: **BÙI THANH TÂM**

MSSV: 12125256

TRẦN ĐÌNH CẦU

MSSV: 12141430

Ngành: Công Nghệ Kỹ Thuật Điện Tử, Truyền Thông

Lớp: 12141CLVT

Giảng viên hướng dẫn: **ThS. Nguyễn Ngô Lâm**

ĐT: 0908 434 763

Ngày nhận đề tài: 22/02/2016

Ngày nộp đề tài: 23/7/2016

1. Tên đề tài : **NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI CÁC KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ SỐ TRÊN KIT NI-USRP 2920**

2. Các số liệu, tài liệu ban đầu:

Các kiến thức liên quan: Thông tin số, xử lý tín hiệu số, truyền số liệu.

3. Nội dung thực hiện đề tài:

- Tìm hiểu NI-USRP 2920 và Labview

- Mô phỏng, triển khai các kỹ thuật điều chế số trên kit NI- USRP 2920.

Phân tích đánh giá kết quả thực hiện

- Tìm hiểu đồng bộ kí tự trong hệ thống số

- Viết báo cáo

4. Sản phẩm: kết quả mô phỏng và thực hiện các kỹ thuật điều chế số trên kit NI-USRP 2920.

TRƯỞNG NGÀNH

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Họ và tên Sinh viên: **BÙI THANH TÂM**
TRẦN ĐÌNH CẦU

MSSV: 12125156

MSSV: 12141340

Ngành: Công Nghệ Kỹ Thuật Điện Tử, Truyền Thông

Tên đề tài: Nghiên cứu và Triển khai các kỹ thuật điều chế số trên kit NI-USRP 2920

Họ và tên Giáo viên hướng dẫn: **ThS. Nguyễn Ngô Lâm**

NHẬN XÉT

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện:

.....
.....
.....
.....

2. Ưu điểm:

.....
.....
.....
.....

3. Khuyết điểm:

.....
.....
.....

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không?

.....

5. Đánh giá loại:

.....

6. Điểm:.....(Bằng chữ:.....)

.....

Tp. Hồ Chí Minh, ngày tháng 7 năm 2016

Giáo viên hướng dẫn

(Ký & ghi rõ họ tên)



ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM
KHOA ĐÀO TẠO
CHẤT LƯỢNG CAO
www.fhq.hcmute.edu.vn

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh Phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN PHẢN BIỆN

Họ và tên Sinh viên: **BÙI THANH TÂM**
TRẦN ĐÌNH CẦU

MSSV: **12125156**
MSSV: **12141430**

Ngành: Công Nghệ Kỹ Thuật Điện Tử, Truyền Thông

Tên đề tài: Nghiên cứu và Triển khai các kỹ thuật điều chế số trên kit NI-USRP 2920

Họ và tên Giáo viên phản biện:

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện:

.....
.....
.....

2. Ưu điểm:

.....
.....
.....

3. Khuyết điểm:

.....

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không?

.....

5. Đánh giá loại:

.....

6. Điểm:.....(Bằng chữ:.....)

.....

Tp. Hồ Chí Minh, ngày tháng 7 năm 20...

Giáo viên phản biện

(Ký & ghi rõ họ tên

TÓM TẮT

Hệ thống viễn thông ngày nay ngày càng phát triển theo xu hướng tốc độ cao, đa dịch vụ đa phương tiện trong hệ thống viễn thông chung trên toàn cầu. Tuy nhiên, trên thế giới tồn tại nhiều chuẩn giao diện vô tuyến khác nhau với những đặc điểm khác nhau, điều này gây khó khăn cho việc quản lý và giám sát các thiết bị. Vấn đề đặt ra là có một thiết bị thông minh có cấu trúc xác định bằng phần mềm. Sự đòi hỏi của công nghệ SDR đã đáp ứng yêu cầu này.

LabVIEW là một ngôn ngữ lập trình đồ họa được phát triển bởi National Instruments. khối xây dựng cơ bản của LabVIEW là công cụ ảo (VI). Về mặt khái niệm, một VI là tương tự như một thủ tục hoặc hàm trong ngôn ngữ lập trình thông thường. Mỗi VI bao gồm một sơ đồ khối và một bảng điều khiển phía trước. Sơ đồ khối mô tả các chức năng của VI, trong khi bảng điều khiển phía trước là một giao diện cấp cao nhất đến VI. Các cấu trúc của VI cung cấp hai đức tính quan trọng của LabVIEW: Mã tái sử dụng và mô đun. Bản chất đồ họa của LabVIEW cung cấp một ưu điểm khác: nó cho phép các nhà phát triển dễ dàng hình dung ra các dòng dữ liệu trong các thiết kế của họ. NI gọi điều này là thiết kế hệ thống đồ họa. Ngoài ra, vì LabVIEW là một ngôn ngữ lập trình dòng dữ liệu hoàn thiện, đầy đủ, nó có về tài liệu hướng dẫn, công cụ, các ví dụ có thể được thừa hưởng và phát triển.

Trong nghiên cứu này, sẽ sử dụng phần cứng của National Instruments SDR. LabVIEW cung cấp một giao diện đơn giản để cấu hình và hoạt động khác nhau bên ngoài I/O, bao gồm cả phần cứng NI SDR được sử dụng trong phòng thí nghiệm. Đây là lý do chính tại sao người thực hiện sử dụng LabVIEW là ngôn ngữ lập trình để xây dựng một SDR trong nghiên cứu này. Chúng ta nhận ra rằng các thuật toán xem xét ở đây cũng có thể được lập trình một cách tối ưu trong C/C ++, assembly, hoặc VHDL và thực hiện trên một DSP, vi điều khiển, hoặc một FPGA. Bằng cách kết hợp phần cứng NI USRP với phần mềm LabVIEW, có thể tạo ra một nền tảng SDR linh hoạt và chức năng lấy mẫu nhanh của tín hiệu không dây bao gồm thiết kế lớp vật lý, ghi và phát lại, tín hiệu thông minh, thuật toán xác nhận, và nhiều hơn nữa.

ABSTRACT

Telecommunications systems today growing trend for high-speed, multi-media services in general telecommunications systems worldwide. However, in the world exist many radio interface standards vary with different characteristics, which make it difficult for the management and monitoring of equipment. The problem is there is a smart device with the structure determined by the software. The introduction of SDR technology has satisfied this requirement.

LabVIEW is a graphical programming language developed by National Instruments. The basic building block of LabVIEW is the virtual instrument (VI). Conceptually, a VI is analogous to a procedure or function in conventional programming languages. Each VI consists of a *block diagram* and a *front panel*. The block diagram describes the functionality of the VI, while the front panel is a top level interface to the VI. The construct of the VI provides two important virtues of LabVIEW: code reuse and modularity. The graphical nature of LabVIEW provides another virtue: it allows developers to easily visualize the flow of data in their designs. NI calls this Graphical System Design. Also, since LabVIEW is a mature data flow programming language, it has a wealth of existing documentation, toolkits, and examples which can be leveraged in development.

In this course you will use National Instruments SDR hardware. LabVIEW provides a simple interface for configuring and operating various external I/O, including the NI SDR hardware used in lab. This is the main reason why you will use LabVIEW as the programming language to build an SDR in this course. You should realize that the algorithms considered here could also be programmed in optimized C/C++, assembly, or VHDL and implemented on a DSP, microcontroller, or an FPGA. By combining the NI USRP hardware with LabVIEW software you can create a flexible and functional SDR platform for rapid prototyping of wireless signals including physical layer design, record and playback, signal intelligence, algorithm validation, and more.

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

A

ASK: Amplitude Shift Keying

AWGN: Additive white Gaussian noise

B

BPSK: Binary Phase Shift Keying

BW: Band Width

C

CVSD: Continuously variable slope delta modulation

D

DBPSK: Differential Binary Phase Shift Keying

DM: Delta Modulation

DS: Direct Sequency

F

FDM/FDMA: Frequency-division multiplexing/ Frequency Division Multiplexing
Access

FH: Frequency Hopping

FSK: Frequency Shift Keying

I

IF: Intermediate Frequency

ISI: Intersymbol Interference

M

MSK: Minimum Shift Keying

N

NI USRP: National Instrument Universal Software Radio

P

PCM: Pulse Code Modulation

Q

QAM: Quadrature Amplitude Modulation

R

RF: Radio Frequency

S

SDR: Software Defined Radio

T

TDM/TDMA: Time Division multiplexing/ Time Division Multiplexing Access

TX/RX: Transmitter/Receiver

TH: Time Hopping

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN.....	1
1.1 Tổng quan về lĩnh vực nghiên cứu.....	1
1.2 Mục đích nghiên cứu.....	1
1.3 Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu	1
1.3.1 Mục tiêu.....	1
1.3.2 Phạm vi nghiên cứu.....	1
1.4 Phương pháp nghiên cứu	2
CHƯƠNG 2: TRIỂN KHAI HỆ THỐNG	3
2.1 Yêu cầu của hệ thống.....	3
2.2 Sơ đồ khối hệ thống	3
2.2.1 Quá trình xử lý tín hiệu số trên LABView.....	5
2.2.2 Quá trình truyền.....	5
2.2.3 Kênh truyền AWGN.....	8
2.2.4 Quá trình nhận.....	9
2.3 Đồng bộ ký tự trong kênh truyền băng hẹp	11
2.3.1 Giới thiệu về khôi phục đồng bộ ký tự.....	11
2.3.2 Phương pháp năng lượng ngõ ra lớn nhất	12
2.3.3 Tối đa hóa năng lượng ngõ ra trực tiếp trong thời gian rời rạc	13
2.3.4. Tối đa hóa năng lượng ngõ ra gián tiếp trong thời gian rời rạc	13
2.4. Ước lượng bù tần số.....	14
CHƯƠNG 3: MÔ PHỎNG THỰC HIỆN TRÊN KIT VÀ KẾT QUẢ.....	18
3.1 Kết quả mô phỏng các kỹ thuật điều chế số	18
3.1.1. Mô phỏng BPSK	19
3.1.2 Mô phỏng DBPSK.....	21
3.1.3 Mô phỏng QAM	23
3.2 Thực hiện các kỹ thuật điều chế số trên kit NI-USRP 2920.....	25
3.2.1 Truyền nhận BPSK.....	25

3.2.2 Truyền nhận DBPSK.....	27
3.2.3 Truyền nhận QAM	30
3.3 So sánh kết quả mô phỏng với thực hiện thu phát tín hiệu trên kit	32
3.4 Đánh giá kết quả thực hiện và nhận xét.....	34
3.4.1 Đánh giá kết quả thực hiện.....	34
3.4.2 Nhận xét	36
3.5 Yêu cầu chưa thực hiện được	36
3.6 Ưu điểm	36
3.7 Nhược điểm	37
TÀI LIỆU THAM KHẢO	38

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1 Tổng quan về lĩnh vực nghiên cứu

Hệ thống viễn thông ngày nay ngày càng phát triển theo xu hướng tốc độ cao, đa dịch vụ đa phương tiện trong hệ thống viễn thông chung trên toàn cầu. Tuy nhiên, trên thế giới tồn tại nhiều chuẩn giao diện vô tuyến khác nhau với những đặc điểm khác nhau, điều này gây khó khăn cho việc quản lý và giám sát các thiết bị. Vấn đề đặt ra là có một thiết bị thông minh có cấu trúc xác định bằng phần mềm. Sự ra đời của công nghệ SDR đã đáp ứng yêu cầu này.

Software Defined Radio (SDR) được định nghĩa là: vô tuyến trong đó một số hoặc tất cả các chức năng lớp vật lý là những phần mềm được xác định. SDR đề cập đến công nghệ trong đó các module phần mềm chạy trên một phần cứng chung nền tảng được sử dụng để thực hiện các chức năng vô tuyến. Bằng cách kết hợp phần cứng NI USRP với phần mềm LabVIEW, có thể tạo ra một nền tảng SDR linh hoạt và chức năng lấy mẫu nhanh của tín hiệu không dây bao gồm thiết kế lớp vật lý, ghi và phát lại, tín hiệu thông minh, thuật toán xác nhận, và nhiều hơn nữa.

1.2 Mục đích nghiên cứu

NI-USRP 2920 là thiết bị còn mới trong nước, tài liệu nghiên cứu còn ít và LabView cũng là phần mềm khá mới có nhiều ứng dụng trong ngành kỹ thuật.

Do vậy, mục đích của đề tài này nhằm nghiên cứu kit NI-USRP 2920, phần mềm LabView đồng thời triển khai các kỹ thuật điều chế số trên kit NI-USRP 2920 dựa trên sự hỗ trợ của Module Toolkit trong LabView.

1.3 Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu

1.3.1 Mục tiêu

- Tìm hiểu cơ sở lý thuyết hệ thống thông tin số.
- Tìm hiểu các kỹ thuật điều chế.
- Mô phỏng thu phát tín hiệu điều chế số trên phần mềm LabView 2014.
- Thực hiện thu phát tín hiệu điều chế số trên Kit NI-USRP 2920.

1.3.2 Phạm vi nghiên cứu

- Lý thuyết về các kỹ thuật điều chế số (BPSK, DBPSK, 4QAM).

- Truyền, nhận tín hiệu số trong môi trường không dây.
- Lý thuyết đồng bộ ký tự.
- Mô phỏng và thực hiện thu, phát tín hiệu BPSK, DBPSK, 4_QAM dựa trên sự hỗ trợ của Module Toolkit trong LabView 2014.
- Phân tích kết quả thu được.

1.4 Phương pháp nghiên cứu

Để tiến hành thực hiện đề tài này, người thực hiện đề tài đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Tham khảo tài liệu qua sách giáo trình, đồ án các khóa trước, mạng internet, chủ yếu là các tài liệu từ nhà sản xuất National Instruments.
- Phương pháp quan sát, học tập theo nhóm và tự học dưới sự hướng dẫn của giáo viên hướng dẫn.

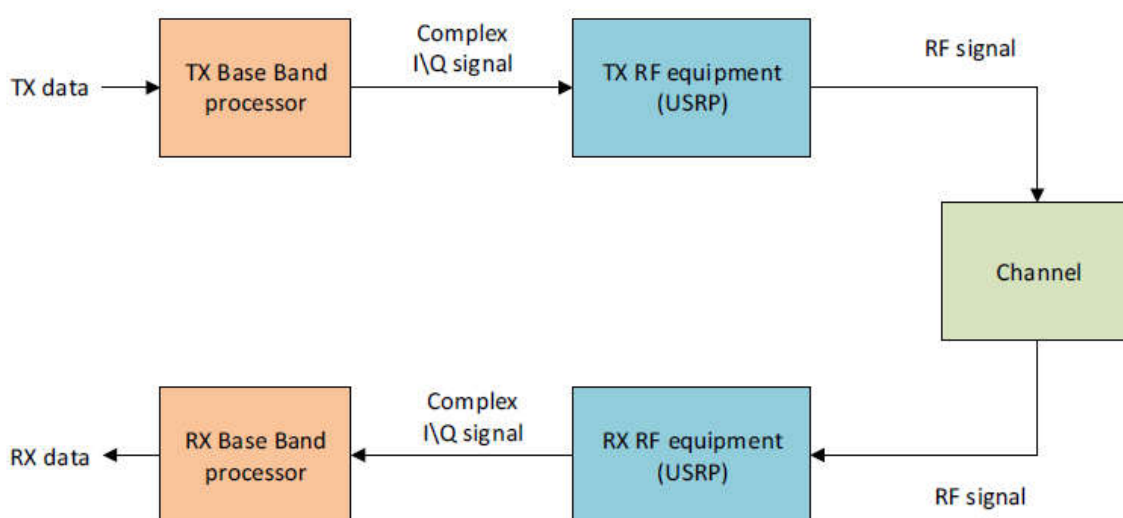
CHƯƠNG 2: TRIỂN KHAI HỆ THỐNG

Trình bày yêu cầu, sơ đồ khối, hoạt động của hệ thống và lưu đồ giải thuật và kèm theo đó là sơ đồ khối chương trình thực tế

2.1 Yêu cầu của hệ thống

- Chức năng điều chế và giải điều chế số.
- Truyền và nhận tín hiệu số BPSK, DBPSK, QAM.
- Tính tỉ lệ lỗi bit.
- Vẽ giản đồ mắt, dạng sóng tín hiệu vào/ra.
- Sử dụng đồng bộ ký tự trong hệ thống truyền nhận.

2.2 Sơ đồ khối hệ thống



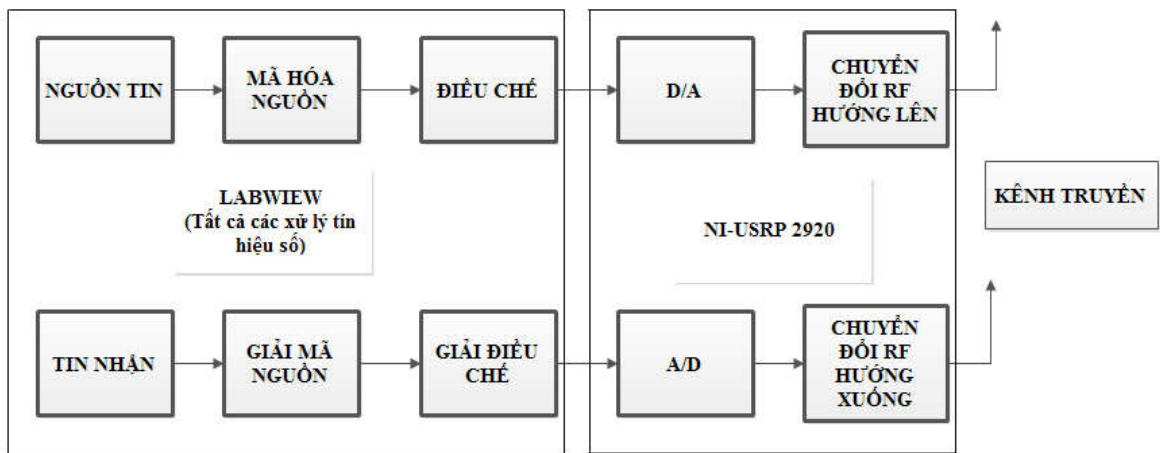
Hình 2.1 - Sơ đồ khối hệ thống thông tin truyền nhận

- Dữ liệu TX có thể là tín hiệu tương tự (âm thanh) hoặc tín hiệu số (bits) muốn truyền.
- Bộ xử lý dải nền TX (BB): nhận được tín hiệu dữ liệu TX và tạo ra tín hiệu phức BB. Nó phải phù hợp với kênh truyền và các yêu cầu của thiết bị RF (băng thông, tốc độ truyền). Đơn vị này có thể được thực hiện trong phần mềm (MATLAB, NI-LabVIEW, C) hoặc trong phần cứng (DSP hoặc ASIC). Trong

nguyên cứu này, nhóm sẽ sử dụng LABView là công cụ tiện lợi cho việc thực hiện các thuật toán xử lý tín hiệu.

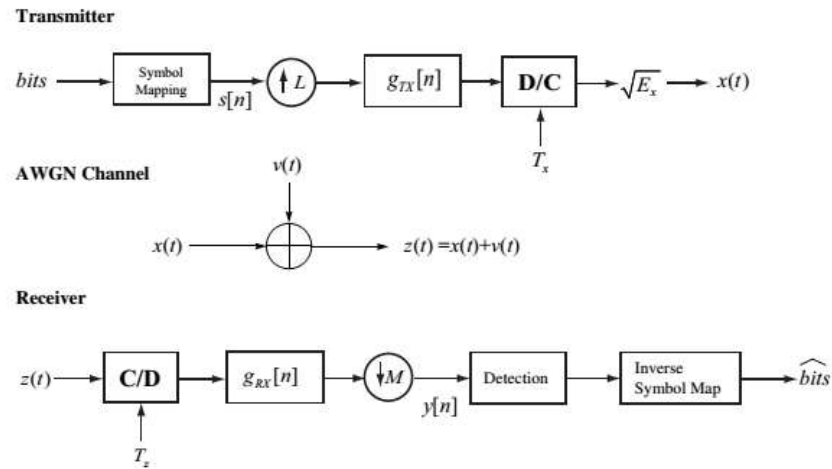
- Thiết bị TX RF: thu được tín hiệu số được biểu diễn bằng số phức, chuyển đổi nó thành tín hiệu tương tự bằng bộ chuyển đổi số sang tương tự (DAC). Tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên tần số của RF và truyền thông qua ăng ten đến kênh truyền.
- Kênh truyền có thể là cáp hoặc môi trường không dây. Kênh truyền có thể có các nhược điểm như suy hao, méo, bóng mờ...vv
- Thiết bị RX RF: thực hiện hoạt động ngược lại với bộ phát RF TX. Đơn vị này chuyển đổi xuống các tín hiệu nhận được thành tín hiệu BB và sử dụng bộ chuyển đổi tương tự sang số (ADC) chuyển đổi nó thành dạng số của tín hiệu nhận được.
- Tín hiệu dải nền BB RX: được xử lý để phát hiện các dữ liệu được truyền đi.

Như vậy ta có sơ đồ khối chi tiết quá trình truyền nhận thông tin như sau:



Hình 2.2 - Sơ đồ khối chi tiết hệ thống thông tin truyền nhận

2.2.1 Quá trình xử lý tín hiệu số trên LABView



Hình 2.3 - Quá trình xử lý tín hiệu số trên LabView

2.2.2 Quá trình truyền

Tín hiệu BPSK có dạng

$$A g_{TX}(t) \cos(2\pi f_c t + \theta) \quad (2.1)$$

Trong đó:

A : là một hằng số cho mức công suất truyền.

$g_{TX}(t)$: là định dạng xung cố định.

f_c : tần số sóng mang.

θ : có giá trị 0° hoặc 180° .

Như vậy phương trình (2.1) có thể viết thành:

$$\pm A g_{TX}(t) \cos(2\pi f_c t) \quad (2.2)$$

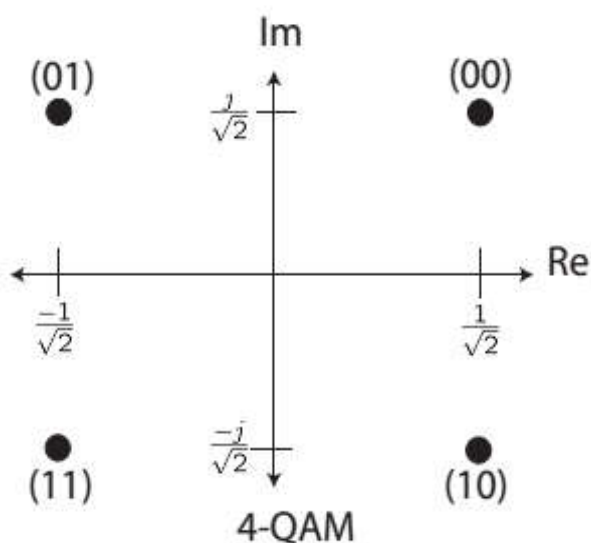
Dấu “+” tương ứng 0° , dấu “-” tương ứng 180° . giả sử rằng một xung gửi đi với T giây, tốc độ symbol là $1/T$ symbol/s. Đối với BPSK thì tốc độ bit bằng tốc độ symbol. Vì xung $g_{TX}(t)$ không mang thông tin. Nó được định dạng để đáp ứng các tiêu chuẩn khác là có phổ có cạnh thẳng và có nhiễu ISI nhỏ nhất.

❖ Các bước tạo tín hiệu BPSK

- (1) **Symbol mapping:** dữ liệu đầu vào là một luồng bit $\{b[n]\}$. Chuỗi bit được đưa vào lớp vật lý của một sóng vô tuyến bởi các lớp cao hơn.

Chuỗi các bit được xử lý bởi khối ánh xạ ký tự để tạo ra một chuỗi các ký tự $\{s[n]\}$. Về bản chất, mỗi giá trị $s[n]$ là một số phức có được từ một bộ các ký tự hữu hạn được gọi là chòm sao và được viết như sau $C = \{s_0, \dots, s_{M-2}, s_{M-1}\}$.

- Trong BPSK: $C = \{+1, -1\}$.
- Trong QPSK: QPSK là một sự suy rộng phức tạp của BPSK với : $C = \{1+j, -1+j, -1-j, 1-j\}$. Về bản chất, QPSK sử dụng BPSK cho phần thực và BPSK cho phần ảo. QPSK cũng được biết là 4-QAM.



Hình 2.4 - Biểu đồ chòm sao QPSK hoặc 4-QAM với bit thường được chấp nhận để ánh xạ ký tự dựa vào nhãn Gray

Bảng 2.1 - Biểu đồ chòm sao ký tự ánh xạ cho (a) BPSK và (b) QPSK

Input Bit	Symbol
0	1
1	-1

(a)

Input Bit	Symbol
00	$1 + j$
10	$-1 + j$
11	$-1 - j$
01	$1 - j$

(b)

Đầu vào của chòm sao là các giá trị khác nhau (có thể là số phức). Kích thước của chòm sao, hoặc bản số, được ký hiệu $|C|=M$ với M là số lượng các ký tự trong chòm sao. Trong việc thực hiện trên thực tế $M=2^b$ với b là số lượng bit trên mỗi ký tự do đó một nhóm bit ngõ vào b có thể được ánh xạ đến một ký tự.

Trong bước Symbol mapping các bit được thay thế bằng các giá trị số. Bit 1 được đại diện bằng phức hợp $1+0j$, bit 0 được đại diện bằng phức hợp $-1+0j$. Điều này do USRP yêu cầu đầu vào là giá trị phức.

- (2) **Upsampling**: là bước đầu tiên hướng tới thay thế symbol bằng xung. Đặt $L-1$ số 0 sau mỗi symbol. Thời gian lấy mẫu

$$T_x = \frac{T}{L} \quad (2.3)$$

Hoặc tốc độ lấy mẫu là :

$$\frac{1}{T_x} = L \frac{1}{T} \quad (2.4)$$

- (3) **Pulse Shaping**: Tín hiệu đã được lấy mẫu được đưa vào bộ lọc có đáp ứng xung $g_{TX}[n]$ là một xung root-raised-cosine, sau đó mỗi symbol ở ngõ ra

bộ lọc sẽ được đại diện bởi một xung root-raised-cosine. Bước (1) đến (3) chuyển đổi từ luồng bit sang tín hiệu cực.

- (4) **Modulation:** Tín hiệu cực là dãy xung có dạng: $(\pm 1 + j0)g_{TX}[n]$ có thể được gửi trực tiếp đến các máy phát USRP. Các USRP sẽ chuyển đổi đến tín hiệu liên tục và thêm sóng mang như trong phương trình (2.2).

Các symbol được định dạng xung và điều chỉnh tỉ lệ theo $\sqrt{E_x}$ tạo ra tín hiệu phức BB:

$$x(t) = \sqrt{E_x} \sum_{n=-\infty}^{\infty} s[n]g_{TX}(t - nT) \quad (2.5)$$

E_x được sử dụng đối với mô hình điều chỉnh thêm năng lượng và công suất tới $x(t)$. Nhân tố này sẽ được thêm vào RF bằng cách điều khiển độ lợi của bộ khuếch đại công suất truyền. Định dạng xung được cho bởi hàm $g_{TX}(t)$. Để bảo toàn năng lượng, hàm định dạng xung được chuẩn hóa $\int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|^2 dt = 1$. Chu kỳ symbol là T , tốc độ symbol là $1/T$. Kí tự $s[n]$ nhân với xung $g_{TX}(t - nT)$. $1/T$ không nhất thiết là băng thông của $x(t)$, nó phụ thuộc vào $g_{TX}(t)$. Tốc độ bit b/T (bit/s). $x(t)$ là một tín hiệu phức vì kết quả của tín hiệu không đây là chuyển đổi lên tần số sóng mang. Sau khi chuyển đổi lên, kết quả của dải thông (passband) là:

$$xp(t) = \text{Re}\{x(t)\} \cos(2\pi fct) - \text{Im}\{x(t)\} \sin(2\pi fct) \quad (2.6)$$

Chuyển đổi lên được thực hiện trong phần cứng tương tự. tín hiệu $xp(t)$ được phát từ anten và đưa vào môi trường.

2.2.3 Kênh truyền AWGN

Kênh truyền giao tiếp AWGN là một mô hình tốt cho sự suy hao dựa vào nhiễu nhiệt xuất hiện trong bất kỳ hệ thống giao tiếp không dây nào. Một cách toán học:

$$z(t) = x(t) + v(t)$$

Với $x(t)$ là tín hiệu dải nền phức tạp, $v(t)$ là AWGN, và $z(t)$ là sự quan sát. Sự giả định rằng $v(t)$ là AWGN có nghĩa là nhiễu là một sự độc lập và tương tự nhau được phân phối biến ngẫu nhiên Gaussian phức tạp. Trong sự xuất hiện của nhiễu nhiệt, biến tổng là $\sigma^2 = N_0 = kT_e$, với k là hằng số Boltzman's,

Với $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K và hiệu suất nhiệt độ nhiễu của thiết bị là T_e tính theo đơn vị Kelvins. Hiệu suất nhiệt độ nhiễu là một hàm của nhiệt độ môi trường xung quanh, các loại anten, cũng như là đặc tính vật liệu cho thiết bị tương tự đầu cuối.

2.2.4 Quá trình nhận

Một máy thu PSK bắt đầu với giải điều chế DSB-SC. Khi tín hiệu BPSK truyền đến lúc nhận nó có dạng xung là:

$$r(t) = \pm D g_{TX}(t) \cos(2\pi f_c t + \phi) \quad (2.7)$$

D là một hạng số nhỏ hơn A , ϕ là góc lệch pha giữa bộ dao động sóng mang máy phát và máy thu. Nếu bộ dao động sóng mang máy thu thiết lập tần số sóng mang giống như máy phát, bộ máy thu USRP sẽ giải điều chế BPSK.

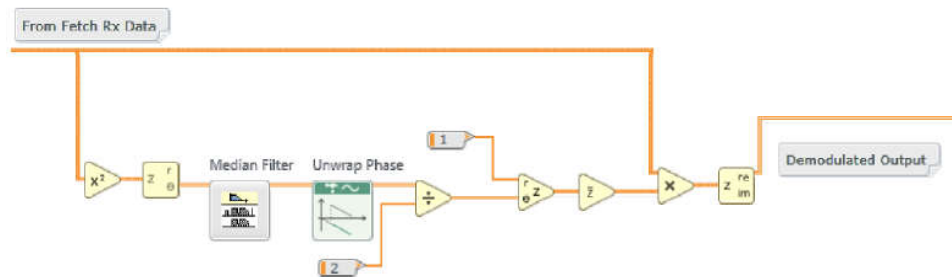
$$\tilde{r}[n] = \pm \frac{D}{2} g_{TX}[n] e^{j\phi} \quad (2.8)$$

Tốc độ lấy mẫu ở phương trình (2.8) là $1/T_z$, được thiết lập bởi thông số “IQ rate” của máy thu, tốc độ này sẽ cung cấp M mẫu trên mỗi T giây.

Để bù pha ϕ chúng ta bình phương phương trình (2.8)

$$\tilde{r}^2[n] = \pm \frac{D^2}{2} g_{TX}^2[n] e^{j2\phi} \quad (2.9)$$

Bước này loại bỏ sai lệch pha gây ra bởi dữ liệu, kế tiếp góc 2ϕ có thể được loại bỏ bằng cách sử dụng hàm *Complex to Polar* (dữ liệu \rightarrow số \rightarrow số phức). Bộ lọc *median filter* sẽ làm phẳng các biến trong 2ϕ gây ra bởi nhiễu. kế tiếp hàm *Unwrap Phase* sẽ phân tích \rightarrow xử lý tín hiệu \rightarrow tính toán để loại bỏ $\pm 2\pi$. Cuối cùng chia 2 dự toán mong muốn của lỗi pha ϕ như hình:



Hình 2.5 – Đồng bộ pha sóng mang

❖ Các bước còn lại được thực hiện bởi máy thu

- (1) **Matched Filtering**: sử dụng bộ lọc root-raised-cosine. Đáp ứng xung bộ lọc là $g_{RX}[n]$ được kết hợp với định dạng xung $g_{TX}[n]$ ở máy thu. Bộ lọc kết hợp sẽ cho hiệu suất tối ưu khi có nhiễu cộng, nhiễu trắng, nhiễu Gaussian. Hơn nữa hai bộ lọc root-raised-cosine $g_{TX}[n]$ và $g_{RX}[n]$ sẽ tránh nhiễu ISI.

